

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-208262

(P 2 0 0 0 - 2 0 8 2 6 2 A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/14		H05B 33/14	B 3K007
C09K 11/06	660	C09K 11/06	660
H05B 33/22		H05B 33/22	B
			D

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全16頁)

(21) 出願番号 特願平11-7051

(22) 出願日 平成11年1月13日 (1999.1.13)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 東口 達

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(72) 発明者 石川 仁志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

最終頁に続く

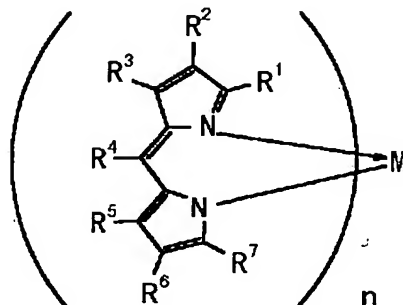
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 高輝度な有機EL素子を提供する。

【解決手段】 有機EL素子の構成材料として、下記一般式【化1】(化学式中、Mはn価の金属イオンを表す。nは1、2、3のいずれか。R¹ ~ R⁷ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシ基を表す。またR¹ ~ R⁷ は、それらのうちの2つで環を形成していても良い。)で表される特定のピロメテン金属錯体化合物を用いる。

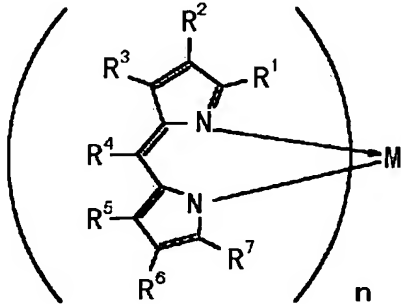
【化1】



【特許請求の範囲】

【請求項1】 陰極と陽極の間に発光層を含む一層または複数層の有機薄膜層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層に、一般式〔化1〕：

〔化1〕



(化学式中、Mはn価の金属イオンを表す。R¹～R⁷はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。またR¹～R⁷は、それらのうちの2つで環を形成していても良い。nは1、2、3のいずれか。)で示されるピロメテン金属錯体化合物を単独もしくは混合物で含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 前記有機薄膜層は、前記発光層を有し、前記発光層に、前記一般式〔化1〕で表される化合物を単独もしくは混合物として含むことを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】 前記有機薄膜層は、正孔輸送材料を含む正孔輸送層を有し、前記正孔輸送層に、前記一般式〔化1〕で表される化合物を単独もしくは混合物として含むことを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 前記有機薄膜層は、電子輸送材料を含む電子輸送層を有し、前記電子輸送層に、前記一般式〔化1〕で表される化合物を単独もしくは混合物として含むことを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光特性に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】有機エレクトロルミネッセンス(EL)

素子は、電界を印加することにより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。

【0003】イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告(C. W. Tang, S. A. Van Slyke, アプライドフィジックスレターズ(Applied Physics Letters), 51巻, 913頁, 1987年 など)がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。

【0004】Tangらは、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)を発光層に、トリフェニルアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じこめることなどが挙げられる。

【0005】この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送(注入)層、電子輸送性発光層の2層型、または正孔輸送(注入)層、発光層、電子輸送(注入)層の3層型等が良く知られている。

【0006】こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

【0007】正孔輸送性材料としてはスターバースト分子である4, 4', 4''-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミンやN, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-

[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン等のトリフェニルアミン誘導体や芳香族ジアミン誘導体が良く知られている(例えば、特開平8-20771号公報、特開平8-40995号公報、特開平8-40997号公報、公報特開平8-54339号公報、特開平8-87122号公報等)。

【0008】電子輸送性材料としてはオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体等が良く知られている。

【0009】また、発光材料としてはトリス(8-キノリノール)アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ビススチリルアレーン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらの発光色も青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている(例えば、特開平8-239655号公報、特開平7-138561号公報、特開平3-200289号公報等)。

【0010】また、特開平9-289081号公報に、発光材料としてピロメテン-BF₂錯体が開示されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】最近では高輝度、長寿命の有機EL素子が開示あるいは報告されているが、まだ必ずしも充分なものとはいえない。従って、高性能を示す材料開発が強く求められている。本発明の目的は、高輝度の有機EL素子を提供することにある。

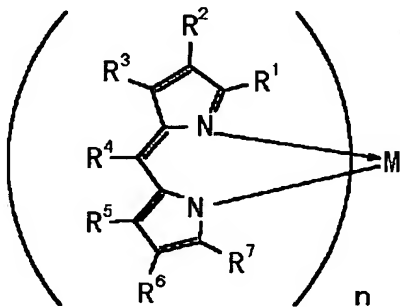
【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定のピロメテン金属錯体化合物を発光材料として用いて作製した有機EL素子は従来よりも高輝度発光することを見いだした。

【0013】また、前記材料は高いキャリア輸送性を有することがわかり、前記材料を正孔輸送材料あるいは電子輸送材料として作製した有機EL素子、及び前記材料と他の正孔輸送材料あるいは電子輸送材料との混合薄膜を用いて作製した有機EL素子は従来よりも高輝度発光を示すことを見だし本発明に至った。

【0014】すなわち本発明は、陰極と陽極の間に発光層を含む一層または複数層の有機薄膜層を有する有機エレクトロルミネッセント素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層に、一般式【化2】：

【化2】



(式中、Mはn価の金属イオンを表す。nは1、2、3のいずれか。R¹～R⁷はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリーロキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。またR¹～R⁷は、それらのうちの2つで環を形成していても良い。)で示されるピロメテン金属錯体化合物を単独もしくは混合物で含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子である。

【0015】また、本発明は前記有機薄膜層として少なくとも発光層を有し、この発光層が一般式【化2】で表される化合物を単独もしくは混合物として含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子である。

【0016】また、本発明は前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この発光層が一般式【化2】で表される化合物を単独もしくは混合物として含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子である。

【0017】また、本発明は前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この発光層が一般式【化2】で表される化合物を単独もしくは混合物として含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明に関わる化合物は、一般式【化2】で表される構造を有する化合物である。(式中、Mはn価の金属イオンを表す。nは1、2、3のいずれかからなる。R¹～R⁷はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリーロキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。またR¹～R⁷は、それらのうちの2つで環を形成していても良い。)

【0019】n価の金属イオンを示すMに用いることのできる金属としては、アルミニウム、ベリリウム、ビスマス、カドミウム、セリウム、コバルト、銅、鉄、ガリウム、ゲルマニウム、水銀、インジウム、ランタン、マグネシウム、モリブデン、ニオブ、アンチモン、スカンジウム、スズ、タンタル、トリウム、チタニウム、ウラン、タングステン、ジルコニウム、バナジウム、亜鉛、銀、金、白金、クロム、マンガン、イットリウム、ニッケル、パラジウム、鉛、セレン、テルル、タリウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、ネオジウム、ユーロビウム、エルビウムが挙げられるがこれらに限られるものではない。

【0020】R¹～R⁷はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリーロキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。またR¹～R⁷は、それらのうちの2つで環を形成していても良い。

【0021】ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭

素、ヨウ素が挙げられる。

【0022】置換若しくは無置換のアミノ基は $-NX^1$
 X^2 と表され、 X^1 、 X^2 としてはそれぞれ独立に、
 水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロ
 ピル基、 n -ブチル基、 s -ブチル基、イソブチル基、
 t -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -
 ヘプチル基、 n -オクチル基、ヒドロキシメチル基、1
 -ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-
 ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル
 基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジ
 ヒドロキシ- t -ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキ
 シプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、
 2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2
 -ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル
 基、2, 3-ジクロロ- t -ブチル基、1, 2, 3-トリ
 クロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチ
 ル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、
 1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロ
 ピル基、2, 3-ジブロモ- t -ブチル基、1, 2, 3-トリ
 ブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエ
 チル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル
 基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソ
 プロピル基、2, 3-ジヨード- t -ブチル基、1, 2,
 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミ
 ノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチ
 ル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイ
 ソプロピル基、2, 3-ジアミノ- t -ブチル基、1,
 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-
 シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソ
 ブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシア
 ノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ- t -ブチル基、
 1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、
 1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロ
 イソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジ
 ニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ- t -ブチル
 基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、フェニル基、
 1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、
 2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナント
 リル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル
 基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1
 -ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセ
 ニル基、4-スチリルフェニル基、1-ピレニル基、2
 -ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル
 基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、 p -
 ターフェニル-4-イル基、 p -ターフェニル-3-
 イル基、 p -ターフェニル-2-イル基、 m -ターフェ
 ニル-4-イル基、 m -ターフェニル-3-イル基、 m -
 ターフェニル-2-イル基、 o -トリル基、 m -トリ
 ル基、 p -トリル基、 p - t -ブチルフェニル基、 p -
 (2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-

ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル
 -1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、
 4''- t -ブチル- p -ターフェニル-4-イル基、
 2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-
 ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、
 2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル
 基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インド
 リル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル
 基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6
 -イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリ
 ル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベン
 ゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラ
 ニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル
 基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラ
 ニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラ
 ニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフ
 ラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノ
 リル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリ
 ル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソ
 キノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル
 基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イ
 ソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリ
 ニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、
 2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバ
 ゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンス
 リジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンス
 リジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナ
 ナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェ
 ナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-
 アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニ
 ル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,
 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンス
 ロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4
 -イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、
 1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェ
 ナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン
 -9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル
 基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-
 フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロ
 リン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イ
 ル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8
 -フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンス
 ロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10
 -イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、
 1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェ
 ナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン
 -5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル
 基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-
 フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロ
 リン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2

-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、
 1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-
 フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロ
 リン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イ
 ル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-
 フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンス
 ロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-
 イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2,
 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナ
 ンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-
 3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、
 2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェ
 ナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリ
 ン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル
 基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-
 フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンス
 ロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-
 イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2,
 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナ
 スロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9
 20 -イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、
 1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェ
 ノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェ
 ノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェ
 ノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェ
 ノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オ
 キサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサ
 ザゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラ
 ザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メ
 チルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-
 30 イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチル
 ピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル
 基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピ
 ロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、
 2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェ
 ニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1
 -インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-
 メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インド
 リル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブ
 チル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インド
 リル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0023】置換若しくは無置換のアルキル基として
 は、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロ
 ピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチ
 ル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル
 基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシ
 メチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロ
 キシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、
 1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒ
 ドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒ
 ドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシ
 50

ロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-
 クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジ
 クロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、
 2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリク
 ロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチ
 ル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル
 基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイ
 ソプロピル基、2, 3-ジプロモ-t-ブチル基、1, 2,
 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨ
 ードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジ
 ヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソ
 プロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2,
 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-ア
 ミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイ
 ソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジ
 アミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-t-ブチ
 ル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメ
 チル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、
 2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、
 1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-
 t-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニ
 トロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエ
 チル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロ
 エチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-
 ジニトロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロ
 ピル基等が挙げられる。

【0024】置換若しくは無置換のアルケニル基として
 は、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテ
 ニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、
 1-メチルビニル基、スチリル基、2, 2-ジフェ
 ニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メ
 チルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチ
 ルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニル
 アリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェ
 ニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェ
 ニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル
 基等が挙げられる。

【0025】置換若しくは無置換のシクロアルキル基
 としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、
 シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチ
 ルシクロヘキシル基等が挙げられる。置換若し
 しくは無置換のアルコキシ基は、-OYで表され
 る基であり、Yとしては、メチル基、エチル基、
 プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-
 ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-
 ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-
 オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキ
 シエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロ
 キシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル
 基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-
 ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロ
 キシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエ
 チル基、2-クロロエチル

基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0026】置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、*p*-ターフェニル-4-イル基、*p*-ターフェニル-3-イル基、*p*-ターフェニル-2-イル基、*m*-ターフェニル-4-イル基、*m*-ターフェニル-3-イル基、*m*-ターフェニル-2-イル基、*o*-トリル基、*m*-トリル基、*p*-トリル基、*p*-*t*-ブチルフェニル基、*p*-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-*t*-ブチル-*p*-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

【0027】また、置換若しくは無置換の芳香族複素環基としては1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3

-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、

2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基、等が挙げられる。

【0028】置換若しくは無置換のアラルキル基としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-t-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-

ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

10 【0029】置換若しくは無置換のアリールオキシ基は、-OZと表され、Zとしてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル

基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル

基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0030】置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基は、-C(=O)Yと表され、Yとしてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロブ

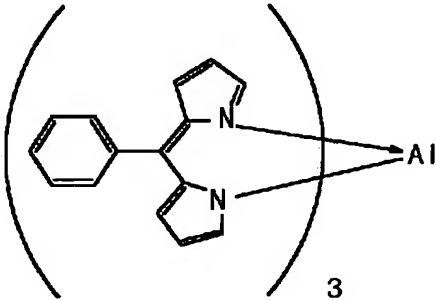
15

ロピル基等が挙げられる。

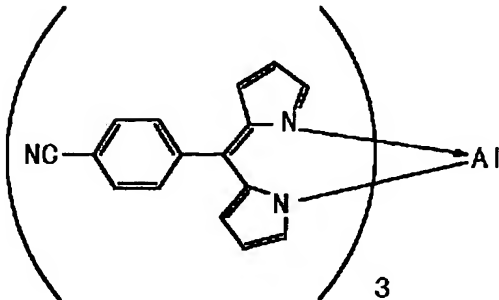
【0031】また、環を形成する2価基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2, 2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3, 3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基、1, 3-ブタジエン-1, 4-ジイル基等が挙げられる。

【0032】以下の【化3】から【化10】に示される化学式によって、本発明による化合物の例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

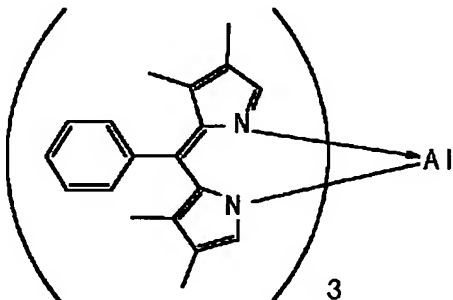
【化3】



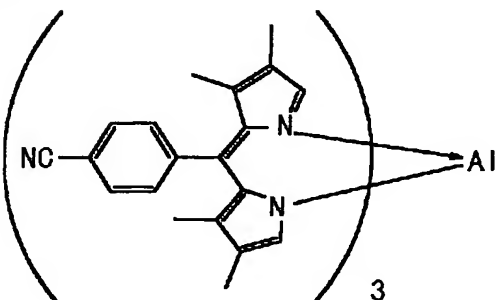
【化4】



【化5】

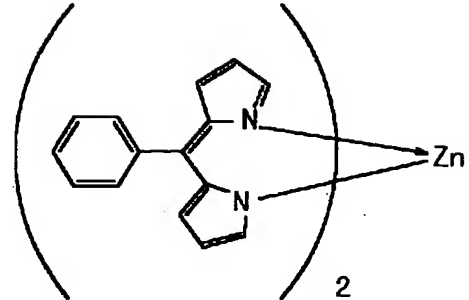


【化6】

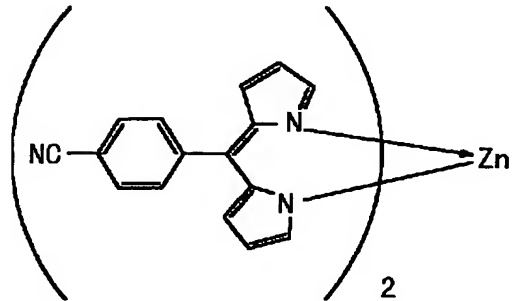


16

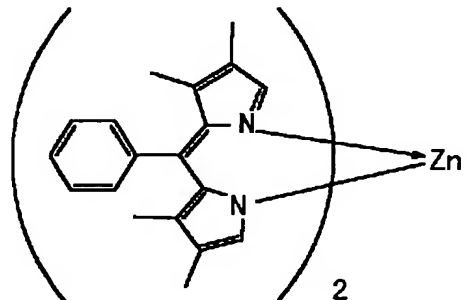
【化7】



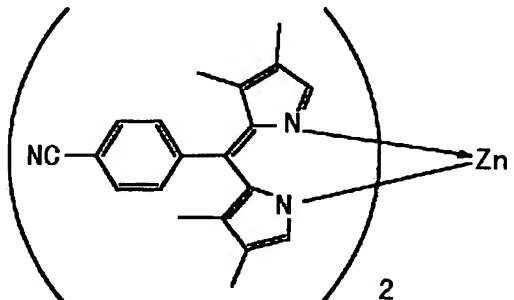
【化8】



【化9】



【化10】



【0033】本発明における有機EL素子の素子構造は、電極間に有機層を1層あるいは2層以上積層した構造であり、その例が、図1～4に示される。

【0034】図1に示される素子構造は、基板1上に設けられた陽極2、発光層4、陰極6からなる。

【0035】図2に示される素子構造は、基板1上に設けられた陽極2、正孔輸送層3、発光層4、電子輸送層5、陰極6からなる。

【0036】図3に示される素子構造は、基板1上に設けられた陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極6から

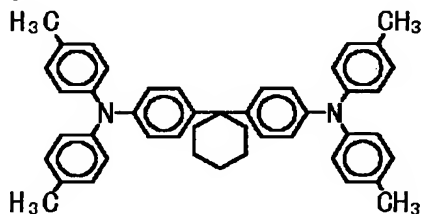
なる。

【0037】図4に示される素子構造は、基板1上に設けられた陽極2、発光層4、電子輸送層5、陰極6からなる。ここで、正孔輸送層3、発光層4、電子輸送層5が有機層にあたる。

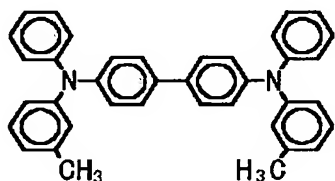
【0038】本発明における化合物は上記のどの有機層に用いられてもよく、他の正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料にドーピングさせることも可能である。

【0039】本発明に用いられる正孔輸送材料は特に限定されず、通常正孔輸送剤として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、下記のビス（ジ（p-トリル）アミノフェニル）-1, 1'-シクロヘキサン【化11】、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン【化12】、N, N'-ジフェニル-N-N'-ビス（1-ナフチル）-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン【化13】等のトリフェニルジアミン類や、スターバースト型分子（【化14】～【化16】等）等が挙げられる。

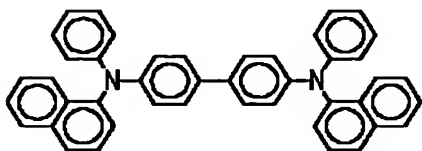
【化11】



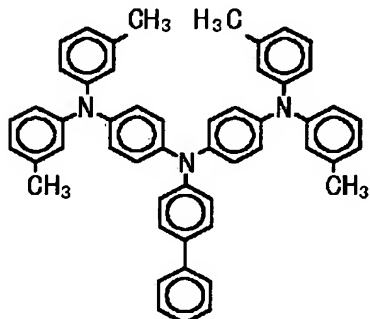
【化12】



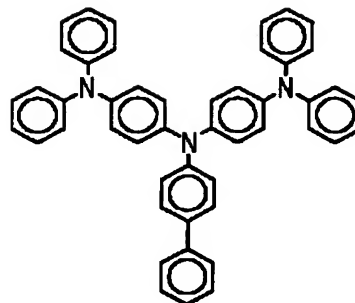
【化13】



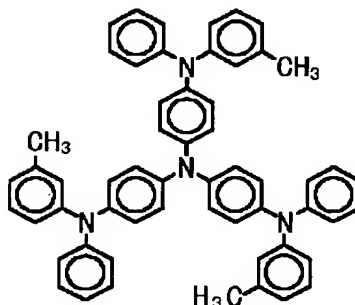
【化14】



【化15】



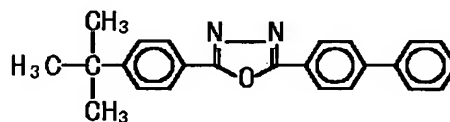
【化16】



20

【0040】本発明に用いられる電子輸送材料は特に限定されず、通常電子輸送材として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、下記に示す、2-（4-ビフェニル）-5-（4-t-ブチルフェニル）-1, 3, 4-オキサジアゾール【化17】、ビス{2-（4-t-ブチルフェニル）-1, 3, 4-オキサジアゾール}-m-フェニレン【化18】、等のオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体（【化19】、【化20】等）、キノリノール系の金属錯体（【化21】～【化24】等）が挙げられる。

【化17】

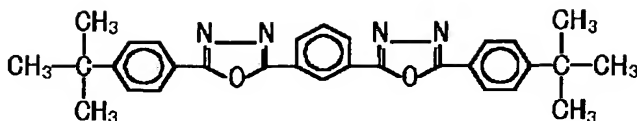


【化18】

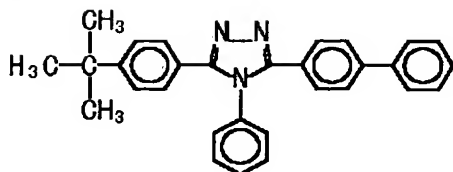
40

19

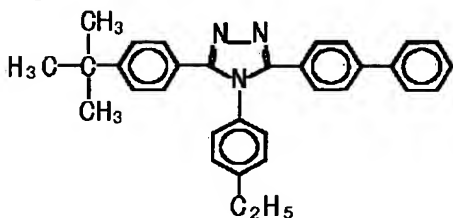
20



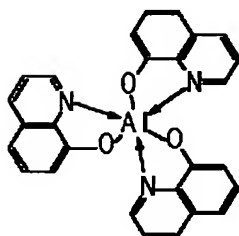
【化 19】



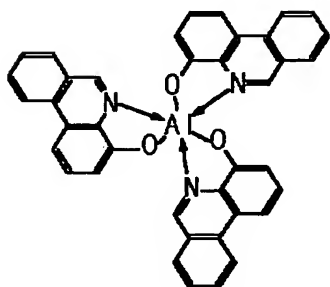
【化 20】



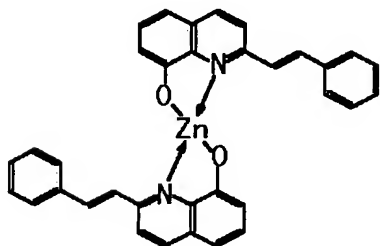
【化 21】



【化 22】



【化 23】



【化 24】

【0041】有機薄膜EL素子の陽極2は、正孔を正孔輸送層3又は発光層4に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NES A）、金、銀、白金、銅等が適用できる。

【0042】また陰極6としては、電子輸送層5又は発光層4に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等が使用できる。

【0043】本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピニング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、一般式【化2】で示される化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法（MBE法）あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピニング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

【0044】本発明の有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は膜厚数nm以上1μm以下の範囲が好ましい。

【0045】以下、本発明を実施例をもとに詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されない。

【0046】（合成例1）5-フェニル-4,6-ジピリンの合成。

ベンゾアルデヒド、ピロールのトルエン溶液にトリフルオロ酢酸を加え3時間還流した。得られた反応液を炭酸ナトリウム水溶液で洗浄後、乾燥した。これを常法に従って精製し5-フェニルジピロメタンを得た。こうして得たジピロメタンをクロロホルム溶液にし、2,3-ジクロロ-5,6-ジシアノ-1,4-キノンを加え、室

厚さに形成して、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 400cd/m^2 の発光が得られた。

【0060】（実施例2）発光材料として、化学式【化4】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 370cd/m^2 の発光が得られた。

【0061】（実施例3）発光材料として、化学式【化5】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 650cd/m^2 の発光が得られた。

【0062】（実施例4）発光材料として、化学式【化6】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 540cd/m^2 の発光が得られた。

【0063】（実施例5）発光材料として、化学式【化7】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 350cd/m^2 の発光が得られた。

【0064】（実施例6）発光材料として、化学式【化8】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 300cd/m^2 の発光が得られた。

【0065】（実施例7）発光材料として、化学式【化9】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 380cd/m^2 の発光が得られた。

【0066】（実施例8）発光材料として、化学式【化10】で表される化合物を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 310cd/m^2 の発光が得られた。

【0067】（実施例9）実施例9に用いた素子の断面構造は図1に示されるように、基板1上に形成された陽極2／発光層4／陰極6により構成されている。以下に本発明における実施例9に用いる有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上に化学式【化7】で表される化合物のクロロホルム溶液を用いたスピンコート法により 40nm の層厚を有する発光層4を形成した。次に、発光層4の上に、陰極6としてマグネシウム－銀合金を真空蒸着法により 200nm の厚さに形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V

印加したところ、 120cd/m^2 の発光が得られた。

【0068】（実施例10）化学式【化7】で表される化合物の代わりに化学式【化9】で表される化合物を用いる他は実施例9と同様にして有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 130cd/m^2 の発光が得られた。

【0069】（実施例11）実施例11に用いた素子の断面構造を図2に示す。素子は基板1上に形成された陽極2／正孔輸送層3／発光層4／電子輸送層5／陰極6により構成されている。以下に本発明における実施例11に用いる有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その陽極2上に正孔輸送層3として、化学式【化3】で表される、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミンを真空蒸着法にて 50nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層3上に発光層4として、化学式【化3】で表される化合物を真空蒸着法にて 40nm の厚さに形成した。次に、発光層4上に、電子輸送層5として、化学式【化17】で表される、2-(4-ビフェニリル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾールを真空蒸着法にて 20nm の厚さに形成した。次に、電子輸送層5上に、陰極6として、マグネシウム－銀合金を真空蒸着法によって 200nm の厚さに形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 2370cd/m^2 の発光が得られた。

【0070】（実施例12）発光材料として、化学式【化4】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1860cd/m^2 の発光が得られた。

【0071】（実施例13）発光材料として、化学式【化5】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 2510cd/m^2 の発光が得られた。

【0072】（実施例14）発光材料として、化学式【化6】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1970cd/m^2 の発光が得られた。

【0073】（実施例15）発光材料として、化学式【化7】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1260cd/m^2 の発光が得られた。

【0074】（実施例16）発光材料として、化学式【化8】で表される化合物を用いる以外は実施例11と

同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1070cd/m²の発光が得られた。

【0075】（実施例17）発光材料として、化学式【化9】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1380cd/m²の発光が得られた。

【0076】（実施例18）発光材料として、化学式【化10】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1110cd/m²の発光が得られた。

【0077】（実施例19）正孔輸送層3として、化学式【化13】で表される、N,N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル)-4,4'-ジアミンを、電子輸送層5として、化学式【化18】で表される化合物ビス{2-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール}-m-フェニレンを用いる以外は実施例11と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、2240cd/m²の発光が得られた。

【0078】（実施例20）正孔輸送層3として、化学式【化14】で表される化合物を、発光層4として、化学式【化4】で表される化合物を、電子輸送層5として、化学式【化21】で表される化合物を用いる以外は実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1680cd/m²の発光が得られた。

【0079】（実施例21）正孔輸送層3として、化学式【化15】で表される化合物を、発光層4として化学式【化5】で表される化合物を、電子輸送層5として、化学式【化22】で表される化合物を用いる以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、2520cd/m²の発光が得られた。

【0080】（実施例22）実施例22に用いた素子の断面構造を図4に示す。素子は基板1上に形成された陽極2/発光層4/電子輸送層5/陰極6により構成されている。以下に本発明の実施例22に用いる有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が20Ω/□になるように製膜し、陽極2とした。その陽極2上に、発光層4として、化学式【化3】で表される化合物を真空蒸着法にて40nmの厚さに形成した。次いで発光層4の上に、電子輸送層5として、化学式【化19】で表される化合物を真空蒸着法にて50nmの厚さに形成した。次に電子輸送層5の上に、陰極6として、マグネシウム-銀合金を200nmの厚さに形成してEL素

子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1090cd/m²の発光が得られた。

【0081】（実施例23）発光層4に化学式【化3】で表される化合物の代わりに、化学式【化4】で表される化合物を用いる以外は、実施例22と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、960cd/m²の発光が得られた。

【0082】（実施例24）発光層4に化学式【化3】で表される化合物の代わりに、化学式【化5】で表される化合物を用いる以外は、を用いる以外は実施例22と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1220cd/m²の発光が得られた。

【0083】（実施例25）発光層4に化学式【化3】で表される化合物の代わりに、化学式【化6】で表される化合物を用いる以外は、実施例22と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1020cd/m²の発光が得られた。

【0084】（実施例26）発光層4として、化学式【化13】で表される、N,N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル)-4,4'-ジアミンと、化学式【化3】で表される化合物を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nmの厚さに形成する以外は、実施例22と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1290cd/m²の発光が得られた。

【0085】（実施例27）発光層4に化学式【化3】で表される化合物の代わりに、化学式【化4】で表される化合物を用いる以外は、実施例26と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1060cd/m²の発光が得られた。

【0086】（実施例28）発光層4に化学式【化3】で表される化合物の代わりに、化学式【化5】で表される化合物を用いる以外は、実施例26と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1450cd/m²の発光が得られた。

【0087】（実施例29）発光層4に化学式【化3】で表される化合物の代わりに、化学式【化6】で表される化合物を用いる以外は、実施例26と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1170cd/m²の発光が得られた。

【0088】（実施例30）実施例30に用いた素子の断面構造を図4に示す。素子は基板1上に形成された陽極2/発光層4/電子輸送層5/陰極6により構成され

温で攪拌した。反応液を濃縮後、カラムクロマトグラフィーにて精製し、目的とする 5-フェニル-4、6-ジピリンを得た。

【0047】(合成例 2) 5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンの合成。

ベンズアルデヒドの代わりに 4-シアノベンズアルデヒドを用いる他は、合成例 1 と同様の手法により、目的の 5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンを得た。

【0048】(合成例 3) 2、3、7、8-テトラメチル-5-フェニル-4、6-ジピリンの合成。

ピロールの代わりに 3、4-ジメチルピロールを用いる他は合成例 1 と同様の手法により、目的の 2、3、7、8-テトラメチル-5-フェニル-4、6-ジピリンを得た。

【0049】(合成例 4) 2、3、7、8-テトラメチル-5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンの合成。

ピロールの代わりに 3、4-ジメチルピロールを用いる他は合成例 2 と同様の手法により、目的の 2、3、7、8-テトラメチル-5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンを得た。

【0050】(合成例 5) 化学式 [化 3] で表される化合物 (トリ (5-フェニル-4、6-ジピリン) アルミニウム錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンのトルエン溶液に塩化アルミニウムを加え、8 時間還流した。反応液を濃縮後、シリカゲルを用いたカラムクロマトグラフィーにより精製し、目的の化学式 [化 3] で表される化合物を得た。

【0051】(合成例 6) 化学式 [化 4] で表される化合物 (トリ (5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリン) アルミニウム錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンの代わりに、5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンを用いる他は、合成例 5 と同様の手法により、目的の化学式 [化 4] で表される化合物を得た。

【0052】(合成例 7) 化学式 [化 5] で表される化合物 (トリ (2、3、7、8-テトラメチル-5-フェニル-4、6-ジピリン) アルミニウム錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンの代わりに、2、3、7、8-テトラメチル-5-フェニル-4、6-ジピリンを用いる他は、合成例 5 と同様の手法により、目的の化学式 [化 5] で表される化合物を得た。

【0053】(合成例 8) 化学式 [化 6] で表される化合物 (トリ (2、3、7、8-テトラメチル-5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリン) アルミニウム錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンの代わりに、2、3、7、8-テトラメチル-5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンを用いる他は、合成例 5 と同様の手法によ

り、目的の化学式 [化 6] で表される化合物を得た。

【0054】(合成例 9) 化学式 [化 7] で表される化合物 (ジ (5-フェニル-4、6-ジピリン) 亜鉛錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンのメタノール溶液に酢酸亜鉛を加え、4 時間還流した。反応液を濃縮後、シリカゲルを用いたカラムクロマトグラフィーにより精製し、目的の化学式 [化 7] で表される化合物を得た。

【0055】(合成例 10) 化学式 [化 8] で表される化合物 (ジ (5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリン) 亜鉛錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンの代わりに、5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンを用いる他は、合成例 9 と同様の手法により、目的の化学式 [化 8] で表される化合物を得た。

【0056】(合成例 11) 化学式 [化 9] で表される化合物 (ジ (2、3、7、8-テトラメチル-5-フェニル-4、6-ジピリン) 亜鉛錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンの代わりに、2、3、7、8-テトラメチル-5-フェニル-4、6-ジピリンを用いる他は、合成例 9 と同様の手法により、目的の化学式 [化 9] で表される化合物を得た。

【0057】(合成例 12) 化学式 [化 10] で表される化合物 (ジ (2、3、7、8-テトラメチル-5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリン) 亜鉛錯体) の合成。

5-フェニル-4、6-ジピリンの代わりに、2、3、7、8-テトラメチル-5-p-シアノフェニル-4、6-ジピリンを用いる他は、合成例 5 と同様の手法により、目的の化学式 [化 10] で表される化合物を得た。

【0058】以下、本発明の化合物を発光層として用いた実施例を実施例 1 から実施例 25、実施例 31 から実施例 34 に示す。また、本発明の化合物と正孔輸送材料との混合薄膜を発光層として用いた実施例を実施例 26 から実施例 30 に示す。また、本発明の化合物と電子輸送材料との混合薄膜を発光層として用いた実施例を、以下に記す実施例 35 から実施例 39 に、本発明の化合物を正孔輸送層として用いた実施例を以下に記す実施例 40 から実施例 41 に、電子輸送層として用いた実施例を以下に記す実施例 42 から実施例 43 に示す。

【0059】(実施例 1) 実施例 1 に用いた素子の断面構造を図 1 に示す。以下に本発明の実施例 1 に用いる有機薄膜 EL 素子の作製手順について説明する。素子は基板 1 上に形成された陽極 2/発光層 4/陰極 6 により構成されている。ガラス基板 1 上に ITO をスパッタリングによってシート抵抗が $20 \Omega/\square$ になるように製膜し、陽極 2 とした。その陽極 2 上に発光層 4 として、化学式 [化 3] で表される化合物を真空蒸着法にて 40 nm の厚さに形成した。次に、発光層 4 上に、陰極 6 としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法にて 200 nm の

ている。以下に本発明の実施例30に用いる有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その陽極2上に化学式[化6]で表される化合物と、化学式[化13]で表される、N, N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミンをモル比で1:10の割合で含有するクロロホルム溶液を用いたスピコート法により40nmの厚さの発光層4を形成した。次に、発光層4上に、化学式[化11]で表される化合物を真空蒸着法により50nmの厚さの電子輸送層5を形成し、その電子輸送層5に陰極6としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法により200nmの厚さに形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $730\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0089】(実施例31) 実施例31に用いた素子の断面構造を図3に示す。素子は基板1上に形成された陽極2/正孔輸送層3/発光層4/陰極6により構成されている。以下に本発明の実施例31に用いる有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その陽極2上に正孔輸送層3として、化学式[化13]で表される、N, N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミンからなる膜を真空蒸着法にて50nmの厚さに形成した。次に、正孔輸送層3上に、発光層4として、化学式[化3]で表される化合物を真空蒸着した膜を40nmの厚さに形成した。次に発光層4上に、陰極6としてマグネシウム-銀合金の層を200nmの厚さに形成してEL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $1820\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0090】(実施例32) 発光層4として、化学式[化3]で表される化合物の代わりに、化学式[化4]で表される化合物を用いる以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $1560\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0091】(実施例33) 発光層4として、化学式[化3]で表される化合物の代わりに、化学式[化5]で表される化合物を用いる以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $2020\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0092】(実施例34) 発光層4として、化学式[化3]で表される化合物の代わりに、化学式[化6]で表される化合物を用いる以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $1760\text{cd}/\text{m}^2$ の発光

が得られた。

【0093】(実施例35) 発光層4として、化学式[化21]で表される化合物と、化学式[化3]で表される化合物とを20:1の重量比で真空共蒸着した膜を50nmの厚さに形成する以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $2190\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0094】(実施例36) 発光層4として、化学式[化21]で表される化合物と、化学式[化4]で表される化合物とを20:1の重量比で真空共蒸着した膜を50nmの厚さに形成する以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $1960\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0095】(実施例37) 発光層4として、化学式[化21]で表される化合物と、化学式[化5]で表される化合物とを20:1の重量比で真空共蒸着した膜を50nmの厚さに形成する以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $2320\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0096】(実施例38) 発光層4として、化学式[化21]で表される化合物と、化学式[化6]で表される化合物とを20:1の重量比で真空共蒸着した膜を50nmの厚さに形成する以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $2030\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0097】(実施例39) 正孔輸送層3として、化学式[化12]で表される、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミンを、発光層4として、化学式[化23]で表される化合物と、化学式[化6]で表される化合物とを20:1の重量比で真空共蒸着して作製した膜を用いる以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $2080\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0098】(実施例40) 正孔輸送層3に含まれる正孔輸送材料として、化学式[化3]で表される化合物を、発光層4として、化学式[化23]で表される化合物を用いる以外は、実施例31と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $240\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0099】(実施例41) 正孔輸送層3に含まれる正孔輸送材料として、化学式[化5]で表される化合物を用いる以外は、実施例40と同様の操作を行い有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $270\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0100】（実施例42）電子輸送層5として、化学式【化3】で表される化合物を用い、発光層4として化学式【化21】で表される化合物を用いる以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $760\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0101】（実施例43）電子輸送層5として、化学式【化4】で表される化合物を用いる以外は、実施例42と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 $890\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0102】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明化合物を有機EL素子の構成材料とすることにより、従来に比べて

高輝度な発光が得られ、本発明の効果は大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の素子の断面図である。

【図2】本発明の素子の断面図である。

【図3】本発明の素子の断面図である。

【図4】本発明の素子の断面図である。

【符号の説明】

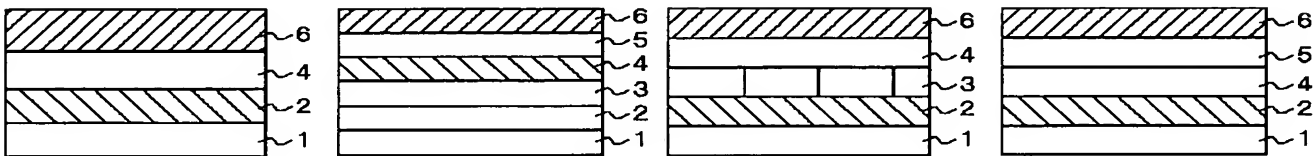
- 1 基板
- 2 陽極
- 3 正孔輸送層
- 4 発光層
- 5 電子輸送層
- 6 陰極

【図1】

【図2】

【図3】

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 森岡 由紀子
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社 社内

(72)発明者 小田 敦
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社 社内

Fターム(参考) 3K007 AB02 CB01 CB03 DA00 DA01
DB03 EB00 FA01